

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-10047

(43)公開日 平成6年(1994)1月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

C 2 1 D 8/12

識別記号

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-172503

(22)出願日 平成4年(1992)6月30日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 富田 浩樹

岡山県倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

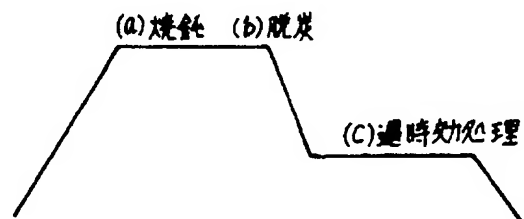
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 硬さの異なる電磁鋼板の作り分け方法

(57)【要約】

【目的】 硬さの異なる電磁鋼板の作り分けを実現する。

【構成】 C:0.02~0.05wt%およびSi:0.1~1.0 wt%を含むけい素鋼素材に、熱間圧延、そして冷間圧延を施し、次いで仕上げ焼鈍を施す、一連の工程によって電磁鋼板を製造するに当たり、仕上げ焼鈍における脱炭率を調節するとともに、この仕上げ焼鈍に引続いて、過時効処理および常温での時効処理のいずれか少なくとも一方の処理を施す。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0.02~0.05wt%およびSi: 0.1~1.0 wt%を含むけい素鋼素材に、熱間圧延、そして冷間圧延を施し、次いで仕上げ焼鈍を施す、一連の工程によって電磁鋼板を製造するに当たり、仕上げ焼鈍における脱炭率を調節するとともに、この仕上げ焼鈍に引続いて、過時効処理および常温での時効処理のいずれか少なくとも一方の処理を施すことを特徴とする、硬さの異なる電磁鋼板の作り分け方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、電磁鋼板の製造方法に関し、特に硬さの異なる電磁鋼板の作り分けを実現しようとするものである。

## 【0002】

【従来の技術】電磁鋼板には、その電磁特性によって数多くの等級がある。この等級は、主に含有Si量によって決まり、高Siの低鉄損材、いわゆるハイグレード材から、低Siの比較的鉄損が悪いもの、いわゆるローグレード材まで多くの品種がある。このうち、特に低Siのローグレード材には電磁特性よりコストや機械的性質が重視されるものがある。

【0003】特に、ユーザーにおいて電磁鋼板を製品に加工する際には打抜き、かしめ、切削などの作業工程があるが、この打抜き性、かしめ性、切削性を決める要因として材料の機械的性質、中でも特に硬さの影響が大きいことがわかっている。そして要求される硬さはユーザーにおける加工条件によって全く異なるため、ユーザーより要求される材料硬さは低硬度(HV=100)のものから高硬度(HV=170)のものまでさまざまであるから、異なる硬さの製品が要求されている。

【0004】従来、電磁鋼板の製品硬さを作り分けるには、主に出鋼成分を調節すること、例えば硬くするためにPやMnなどを添加すること、等で対処していた。しかし、この手法では、1つの成分系で1種の硬さしか得られないため、出鋼時点で製品硬さが決まってい変更は効かず、また小ロットのオーダーへの対応が困難であることや、目標特性が得られなかった場合再出鋼する必要があるため対応の時間もかかるなど、不利な点が多かった。また、成分を変更すると、磁性への影響も少なからず生じるため、成分添加にも限界があり、またコストアップも大きかった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】そこでこの発明は、製品硬さの異なる電磁鋼板の作り分けを、成分系を変更することなしに達成する方法について提案することを、目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】電磁鋼板、特に低Siのローグレード材において、電磁特性を重視する材料は、極

低炭素鋼で製造するのが通例であるが、電磁特性が重視されないものはコストを下げるため低炭素鋼で製造することがある。

【0007】この低炭素鋼は、冷延鋼板で多用される過時効処理の可能なC含有量にあり、また電磁鋼板の製造工程における焼鈍時に脱炭処理を要する場合もあり、脱炭の技術は確立しているため、脱炭と過時効処理を組み合わせることが可能であること、そしてこの組み合わせによって炭化物の形態を制御し、機械的性質、特に硬さの異なる製品を得られること、が新たに判明した。さらに、従来は有害な現象とみなされていた、常温時効現象(特開昭58-73719号公報参照)も、脱炭調整と組み合わせることにより、有効な硬さ制御手段となることも明らかになった。

【0008】この発明は、上記の知見に由来するものである。すなわちこの発明は、C: 0.02~0.05wt%およびSi: 0.1~1.0 wt%を含むけい素鋼素材に、熱間圧延、そして冷間圧延を施し、次いで仕上げ焼鈍を施す、一連の工程によって電磁鋼板を製造するに当たり、仕上げ焼鈍における脱炭率を調節するとともに、この仕上げ焼鈍に引続いて、過時効処理および常温での時効処理のいずれか少なくとも一方の処理を施すことを特徴とする、硬さの異なる電磁鋼板の作り分け方法である。

【0009】この発明は、脱炭焼鈍設備と過時効処理設備を備えた電磁鋼板の製造ラインにおいて、脱炭の制御に加え、過時効処理および/または常温での時効処理を利用することにより、C: 0.02~0.05wt%、Si: 0.1~0.5wt%を含有する無方向性電磁鋼板の製品硬さを制御するものである。

## 【0010】

【作用】次に、電磁鋼板の製品硬さを、ビッカース硬さ(荷重1kg)でHV(1): 100~170の範囲の4段階に作り分ける手順について、説明する。硬さの作り分けは、Cが粒界および粒内に析出または固溶した、冷間圧延組織における炭化物の形態を、次に示す処理パターンA~Dに従って制御する。

【0011】(1) 処理パターンA: 脱炭処理+過時効処理(図1参照)

(製品HV(1): 100~120)

(a) 焼鈍温度 700~850℃(必要な電磁特性により変更)

(b) 脱炭処理: 脱炭率20~50%(出鋼成分C実績により制御)

脱炭後C: 0.015~0.030%に制御

(c) 過時効処理: 温度 350~400℃で、8~15s

【0012】この処理パターンAでは、まず700~850℃の温度範囲での焼鈍によって、所望の電磁特性に応じた最適粒径まで粒成長させる。さらに、この焼鈍における脱炭率を30~40%に制御することで鋼中Cを減少させ、図2に示す、粒界および粒内に析出しているγ粒

(Fe<sub>3</sub>C)を粒内に固溶し、図3に示す組織を得る。すなわち、脱炭により残存Cを200～300 ppm程度にすることで、粒界析出炭化物は消失し、固溶C量は最大となる。

【0013】次いで、不要な過時効を避けるため、過時効処理温度：350～400℃まで急速冷却し、この温度域で8～15sの過時効処理を行う。この過時効処理によって、図3に示した組織において、固溶していたCが炭化物(γ粒)として、粒内に分散して析出し、粒界析出炭化物および固溶Cの少ない、図4に示す組織が得られる。この組織は、粒内の固溶Cが少ないため時効することなく、また粒界析出炭化物が少ないため硬さは低く、その後の経時変化もない。

【0014】(2)処理パターンB：非脱炭+過時効処理(図5参照)

(製品Hv(1)：110～130)

(a)焼鈍は処理パターンAと同じ

(b)脱炭は抑制する(脱炭率0～5%)

(c)過時効処理は処理パターンAと同じ

【0015】この処理パターンBは、処理パターンAと同様に焼鈍を施すが、脱炭をほとんど行わずに、図2に示した、炭化物(γ粒)の残存した組織とし、この組織は焼鈍中に、粒内に析出していた炭化物は固溶し、固溶Cは粒界析出炭化物に引き寄せられて、ある程度は析出し、図6に示す組織が得られる。

【0016】次いで、処理パターンAと同様、過時効処理温度：350～400℃まで急速冷却し、この温度域で8～15sの過時効処理を行う。この過時効処理によって、図6に示した組織において、固溶していたCが炭化物(γ粒)として、粒内に分散して析出し、固溶Cの少ない、図7に示す組織が得られる。この組織は、粒内の固溶Cが少ないため時効することなく、また粒界炭化物の析出によって、高めの硬さを有し、その後の経時変化はない。

【0017】(3)処理パターンC：非脱炭+非過時効+室温時効(図8参照)

(製品Hv(1)：130～150)

(a)焼鈍は処理パターンAと同じ

(b)脱炭は抑制する(脱炭率0～5%)

(c)過時効処理は行わない

(d)常温時効：室温10～30℃で30日間時効硬化を行う

【0018】この処理パターンCは、処理パターンBと同様に焼鈍を施して、図6に示す組織とし、引続いて、過時効処理を行わないで室温まで急冷し、室温10～30℃で30日間時効硬化を施す。この時効硬化処理によって、粒内の固溶Cが、図9に示すように、針状の微細炭化物\*

\*として徐々に析出して硬化する。

【0019】(4)処理パターンD：脱炭+非過時効+室温時効(図10参照)

(製品Hv(1)：150～170)

(a)焼鈍温度 700～850℃(必要な電磁特性により変更)

(b)脱炭処理：脱炭率20～50%(出鋼成分C実績により制御)

脱炭後C：0.015～0.030%に制御

10 (c)過時効処理は行わない

(d)常温時効：室温10～30℃で30日間時効硬化を行う

【0020】この処理パターンDは、処理パターンAと同様に焼鈍を施して、図3に示す組織とし、引続いて、過時効処理を行わないで室温まで急冷し、室温10～30℃で30日間時効硬化を施す。脱炭のみを行って過時効しないことにより、焼鈍直後の粒内固溶Cは最大値に近くなる。この時効硬化処理によって、粒内の固溶Cが、図11に示すように、針状の微細炭化物として徐々に析出し、この時効硬化する固溶Cが多いため、硬さの上昇は大きくなる。

【0021】ここで、この発明の素材は、C：0.02～0.05wt%およびSi：0.1～1.0wt%を含む成分組成とする。すなわち、Cが0.01wt%未満であると、過時効処理および常温時効処理の効果が小さくなり、一方0.05wt%をこえると脱炭能力の問題から脱炭後のCを0.03wt%以下にすることが難しい。なお、脱炭後のCが0.03wt%をこえると、逆に時効硬化が小さくなる、不利がある。

【0022】また、Siが1.0%をこえる鋼は磁性重視材となるため、極低炭素鋼(C<0.01wt%)を用いる必要があるため、この発明の対象外であり、一方0.1wt%未満では所定の磁性を得られないため、0.1～1.0wt%の範囲とする。

【0023】

【実施例】表1に示す成分組成になる珪素鋼スラブを熱間圧延後、冷間圧延を施して0.5mm厚に仕上げた。その後、図12に従う熱処理、すなわち、パターンA：脱炭+過時効、パターンB：非脱炭+過時効、パターンC：非脱炭+非過時効+室温時効硬化およびパターンD：脱炭+非過時効+室温時効硬化を、それぞれ施して製品とした。かくして得られた製品のビッカース硬さHv(1)について、調べた結果を図13に示す。同図から、1つの成分系から4種の硬さの製品を作り分けられたことがわかる。また、製品のC含有量および脱炭率を、表2に示す。

【0024】

【表1】

成分	Si	C	Mn	P	Al	S
(wt%)	0.15	0.042	0.255	0.033	0.001	0.004

【0025】

\* \* 【表2】

	パターンA	パターンB	パターンC	パターンD
C (wt%)	0.0245	0.0430	0.0435	0.2750
脱炭率 (%)	39 %	—		37 %

【0026】

【発明の効果】この発明によれば、1チャージ単位でしか作り分けられなかった製品硬さを1コイル単位で作り分けることができるため、余分な成分系の出鋼を削減してコストダウンをはかれ、また小ロットのオーダーにも即応でき、短納期の受注にも対応が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】熱処理パターンの図である。

【図2】焼鈍前の金属組織を示す模式図である。

【図3】焼鈍後の金属組織を示す模式図である。

【図4】過時効処理後の金属組織を示す模式図である。

【図5】熱処理パターンの図である。

※【図6】焼鈍後の金属組織を示す模式図である。

【図7】過時効処理後の金属組織を示す模式図である。

【図8】熱処理パターンの図である。

【図9】常温時効処理後の金属組織を示す模式図である。

【図10】熱処理パターンの図である。

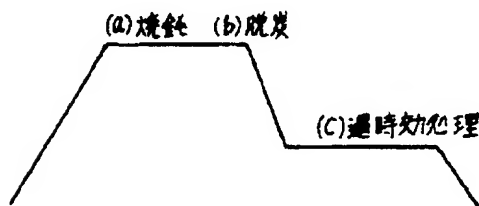
【図11】常温時効処理後の金属組織を示す模式図である。

【図12】熱処理パターンの図である。

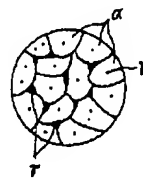
【図13】各熱処理パターンを経た製品の硬さを示すグラフである。

※

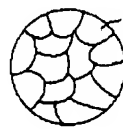
【図1】



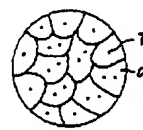
【図2】



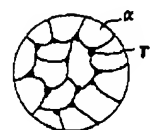
【図3】



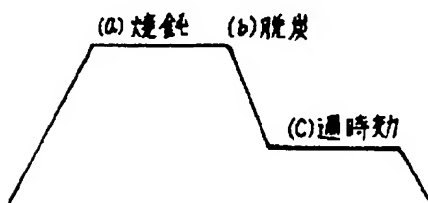
【図4】



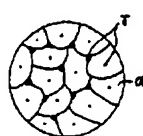
【図6】



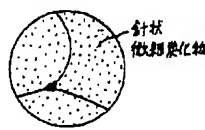
【図5】



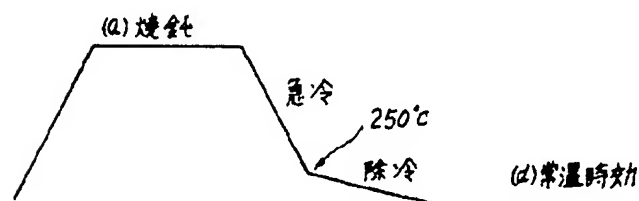
【図7】



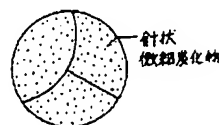
【図9】



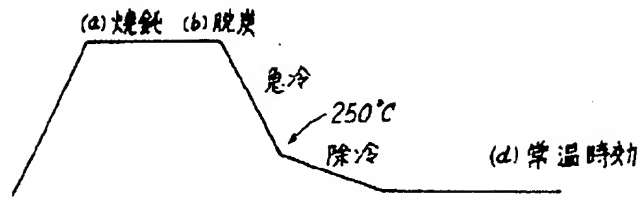
【図8】



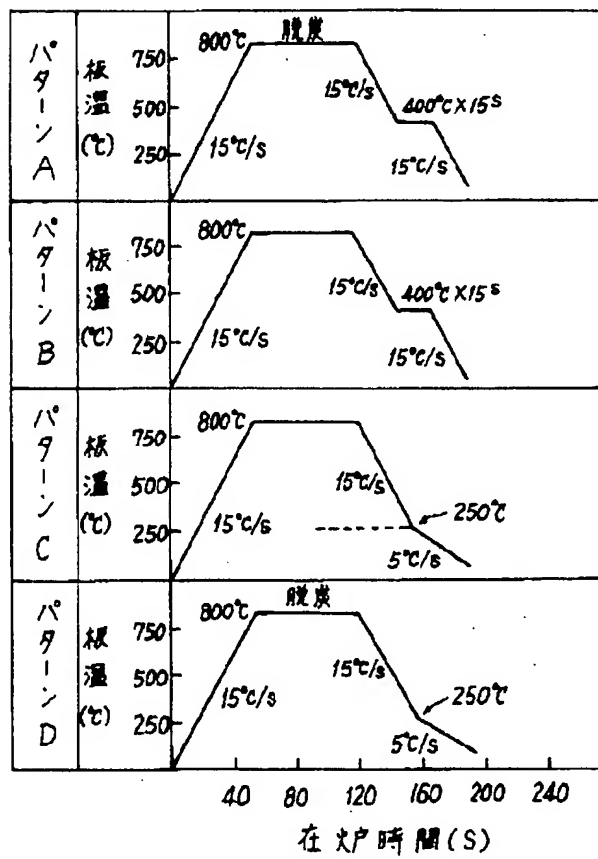
【図11】



【図10】

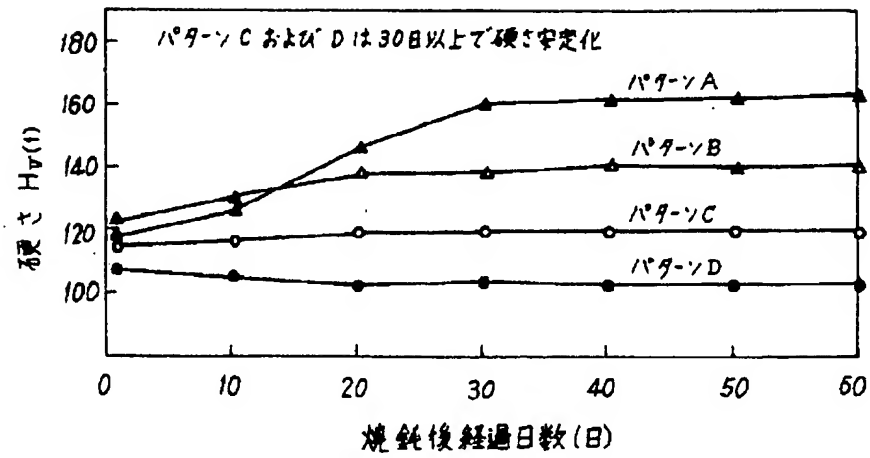


【図12】



BEST AVAILABLE COPY

【図13】



BEST AVAILABLE COPY